

COMPOSITION MINERALE DES FOURRAGES CONSOMMES PAR LES RUMINANTS DOMESTIQUES

Guérin Hubert, Cisse Ma'imouna, Heinis V.. 1989. Composition minérale des fourrages consommés par les ruminants domestiques. In : Élevage et potentialités pastorales sahéliennes. Synthèses cartographiques. Sénégal = Animal husbandry and Sahelian pastoral potentialities. Cartographic synthesis. Senegal. CIRAD-IEMVT. Wageningen : CTA-CIRAD-IEMVT, 8-9. ISBN 2-85985-125-9

Les carences minérales sont responsables d'une pathologie connue de longue date au Sénégal. D'importants travaux furent entrepris en 1962 pour préciser l'étiologie de l'intoxication botulique qui sévissait alors sous le nom de "maladie des forages" dans la région du Ferlo (Calvet et collab., 1965).

Le développement de cette maladie est favorisé par le pica, trouble du comportement que manifestent les animaux carencés, notamment en phosphore. D'autres symptômes d'aphosphorose, tels que des boiteries ou l'ostéomalacie sont également fréquents dans cette région.

L'analyse des sérums de 670 animaux du Ferlo et de Casamance prélevés en saison des pluies et en saison sèche permit à Friot et Calvet (1971) de confirmer une carence prononcée en phosphore et de mettre en évidence des carences en calcium, cuivre et zinc. L'insuffisance de ce dernier élément dans l'alimentation est souvent suspectée d'être responsable d'une plus grande sensibilité à la dermatophylose.

Ces études furent à l'origine d'essais de complémentation du cheptel traditionnel du Ferlo (Calvet et Collab., 1976) qui permirent d'initier le dispositif développé et géré par la SODESP* en zone sylvopastorale.

L'élevage intensif n'est pas non plus exempt de risques de carences : les vaches Montbéliardes élevées dans la région du Cap-Vert, par exemple, doivent recevoir une complémentation cuprique. En l'absence de celle-ci, elles développent des signes de carences en cuivre (décoloration du poil, etc.).

Ces exemples correspondent à des carences manifestes observées sur les animaux, mais le plus souvent, le cheptel se trouve dans des états de sub-carences qui affectent sa productivité numérique et pondérale.

Besoins en minéraux des ruminants domestiques

L'évaluation de la nutrition minérale du cheptel et la mise au point de complémentations nécessitent, au-delà du dépistage d'éventuelles carences, de comparer les besoins en minéraux des animaux aux quantités apportées par la ration de base.

Le mode d'expression des apports recommandés (en gramme ou en milligramme par kg de matière sèche ingérée) retenu ici (tableau 1) permet d'évaluer les déficits en minéraux liés à l'ingestion des fourrages du Sénégal, pour des productions faibles à moyennes.

* SODESP : Société de Développement de l'Élevage en zone Sylvopastorale.

Tableau 1
Limites de carence, seuils de toxicité et apports recommandés de minéraux dans les rations pour ruminants
Exemples de bovins et d'ovins à l'entretien, en croissance, en gestation et en lactation

Éléments	MS									
	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe	Co
Limites de carence	2 (3,6*)	2 (2*)	0,7	3,2	0,6	7	45	45		0,07
Seuils de toxicité						Bov 100 Ov 15	500	1 000		100
Recommandations (exemples) :										
Bovins en croissance										
de 200 kg de PV (1)			1,1	3,3	1,0	10	50	50	30	0,1
entretien	1,8	1,2								
entretien + 100 g/j de GMQ (2)	2,4	1,7								
entretien + 250 g/j de GMQ	3,1	2,1								
entretien + 500 g/j de GMQ	4,2	2,7								
Vaches reproductrices										
de 300 kg de PV			0,9	3,7	1,5	10	50	50	30	0,1
entretien	2,0	1,3								
entretien + 8 kg de lait/j	5,2	3,0								
Ovins										
croissance	2,6 à 5	1,6 à 2,7		4		5 à 10	50	50	30	0,1 à 1
	3,5	2,5								
lactation	2,5 à 6	2 à 3								
Référence	INRA (1978)			RIVIERE (1978)			UNDERWOOD (1981)			

(1) poids vif
(2) gain quotidien moyen

* Apport correspondant à une production minimale nécessaire à la survie du troupeau
croissance : 200 g/j ou 4 l de lait/jour dans le cas des bovins

Origine et nature des échantillons analysés

L'élevage des ruminants au Sénégal comprend, comme dans les autres pays sahélo-soudaniens, un élevage pastoral conduit essentiellement par les populations peul dans le Nord et l'Est du pays, un élevage agropastoral dans les régions agricoles auxquels il faut ajouter un élevage périurbain. Ce dernier type d'élevage, plus modeste numériquement mais important sur le plan économique, valorise les sous-produits agro-industriels et ceux du maraîchage ainsi que quelques cultures fourragères.

A chacun de ces systèmes d'élevage correspond une alimentation particulière : les animaux du système pastoral ingèrent les plantes herbacées et ligneuses des parcours naturels. Certains d'entre eux transhument en régions agricoles pendant la saison sèche ; ils ont, en conséquence, un régime de type agropastoral comprenant des résidus de récolte. Ces troupeaux peuvent aussi recevoir des sous-produits agro-industriels plus ou moins concentrés comme les animaux des élevages périurbains.

Les régimes des ruminants domestiques sont donc très variés et l'analyse des contraintes liées à la nutrition minérale nécessite de passer en revue les principales catégories d'aliments qu'ils consomment. Dans un deuxième temps il est possible d'examiner la composition effective des régimes ingérés en fonction des disponibilités alimentaires, des techniques d'élevage et du comportement des animaux.

Une grande partie des échantillons de fourrages a été prélevée de 1966 à 1977 lors d'études agrostologiques réalisées par :

- Audru (1966) dans le delta du Sénégal ;
- Mosnier (1967), Valenza et Diallo (1972) et Bille (1973) dans le Ferlo-Nord ;
- Boudet (1967) et Diallo (1968) dans le Ferlo-Sud ;
- Fotius et Valenza (1967) et Valenza (1977) dans le Ferlo-Oriental ;
- Gillet et Germain (1971) dans le parc national du Niokolo Koba ;
- Boudet (1970) en Moyenne et Haute Casamance.

Ces prélèvements ont généralement été faits en saison des pluies ou en début de saison sèche et sont représentatifs d'une grande partie du territoire national.

Les résultats d'analyse des échantillons de graminées, au nombre de 293, ont servi à la synthèse cartographique. Parmi eux 163 sont des mélanges d'espèces et 130 des échantillons monospécifiques appartenant aux genres et aux espèces suivantes :

- 21 *Brachiaria* dont 16 *B. mutica*
4 *B. hagerupii*
1 *Brachiaria* sp.
- 19 *Andropogon* dont 14 *A. gayanus*
4 *Andropogon* sp.
1 *A. pinguipes*
- 14 *Echinochloa* dont 7 *E. colona*
6 *E. stagnina*
1 *Echinochloa* sp.
- 9 *Dactyloctenium aegyptium*
- 8 *Hyparrhenia* dont 4 *Hyparrhenia* sp.
3 *H. rufa*
1 *H. dissoluta*
- 8 *Oryza* dont 6 *O. barthii*
2 *Oryza* sp.
- 7 *Aristida* dont 4 *A. funiculata*
2 *A. mutabilis*
1 *A. stipoides*
- 6 *Schoenefeldia gracilis*
- 6 *Paspalum* dont 3 *Paspalum* sp.
1 *Paspalum vaginatum*
1 *P. commersonii*
1 *P. en rosette*
- 5 *Chloris prieurii*
- 4 *Diheteropogon hagerupii*
- 3 *Digitaria gayana*
- 3 *Loudetia* dont 2 *Loudetia* sp.
1 *L. simplex*
- 2 *Panicum* sp.
- 2 *Pennisetum pedicellatum*
- 2 *Vossia cuspidata*
- 2 *Sporobolus helvolus*
- 1 *Diplachne fusca*, 1 *Ischaemum rugosu*, 1 *Otenium elegans*, 1 *Cenchrus* sp.,
1 *Elionurus elegans*, 1 *Vetiveria nigriflora*, 1 *Phragmites mauritianus*, 1 *Eragrostis tremula*.

Quelques dicotylédones herbacées (n= 28) ont également été collectées ; parmi elles :

Tephrosia bracteolata
Spermacoce stachydea
Cochlospermum tinctorium

Un nombre plus important (n = 62) de feuilles et de fruits d'espèces arbustives ou arborées a été analysé, notamment :

Acacia albida
Acacia nilotica
Acacia raddiana
Boscia senegalensis
Guiera senegalensis

D'autres fourrages naturels ou cultivés, des résidus de récolte et des sous-produits agro-industriels ont également été analysés lors des travaux de :

- Valenza et collab. (1979) sur la fane d'arachide,
- Boudergue et Calvet (1970) sur les coques d'arachide,
- Calvet et collab. (1974) sur la paille de riz,
- Diallo et collab. (1976) sur la digestibilité d'un ensemble de fourrages cultivés ou non, etc.

Enfin, ces résultats ont pu être complétés par ceux obtenus depuis 1979 dans le cadre du programme "Alimentation du bétail tropical" (ABT) mené conjointement au Sénégal par l'ITEMVT et l'ISRA (Cissé 1985, Guerin 1987, Koné 1987, Richard 1987). Un des objectifs de ce programme, outre une meilleure connaissance des aliments disponibles et des besoins des animaux, est d'évaluer la composition et la valeur nutritive des rations effectivement ingérées par le bétail dans les principales zones écologiques du Sénégal.

Teneurs en minéraux des principaux types d'aliments consommés par les ruminants. Principales carences : phosphore, zinc et cuivre

Fourrages naturels

Les échantillons de fourrages naturels qui ont servi à l'élaboration de la carte et au calcul des teneurs moyennes en minéraux par type de fourrage et par type de sol (tableau 2) ont principalement été collectés sur les parcours de steppe, de savane ou de forêt des régions à "pastoralisme dominant" (Pélissier, 1980) du Nord et de l'Est du pays. Ceux qui proviennent des Niayes dans la région du Cap-Vert, du delta du fleuve Sénégal, du bassin arachidier ou de Casamance sont moins nombreux. Près de 50 p. 100 des graminées ont été récoltées sur des sols hydromorphes, lieux de pâturage préférés des animaux en saison sèche puisqu'ils y trouvent souvent des fourrages encore verts alors que ceux des versants et plateaux sont à l'état de paille ou brûlés. Les graminées des sols hydromorphes sont d'ailleurs légèrement plus riches en phosphore et en cuivre que celles des autres sols. Les graminées récoltées sur sols steppiques sont les plus pauvres en zinc, cuivre et phosphore. C'est pour ces trois éléments que les risques de carence des animaux consommant des graminées sont les plus élevés puisque 66 à 80 p. 100, suivant l'élément considéré, des échantillons ont des concentrations inférieures aux limites de carence.

Les sols salés du delta du fleuve produisent, quant à eux, des fourrages très pauvres en calcium et d'une composition proche de celle des fourrages produits sur sols steppiques pour les autres éléments majeurs. Leurs oligo-éléments n'ont pas été dosés.

La principale différence entre les graminées et les dicotylédones, herbacées ou ligneuses, se situe au niveau de leurs teneurs moyennes en calcium trois à quatre fois plus élevées pour les dicotylédones. Le comportement naturel des animaux leur faisant consommer des proportions élevées de dicotylédones (cf. ci-après), le niveau d'apport de Ca tend à être nettement plus élevé que sa teneur au niveau des graminées.

Les teneurs moyennes en phosphore sont légèrement plus élevées dans les légumineuses mais elles n'atteignent la limite de carence (2 g/kg/MS) qu'au niveau des feuilles de ligneux. La complémentarité des fourrages naturels a donc peu d'effet sur l'amélioration de la teneur en P des régimes. Il en est de même pour le zinc, tous les types de fourrages étant uniformément pauvres en cet élément.

Les teneurs en cuivre des fourrages ligneux sont plus élevées que celles des fourrages herbacés et supérieures à la limite de carence. La consommation de ligneux par les ruminants devrait donc réduire les carences en cuivre qui ont pourtant été diagnostiquées par Friot et collab. (1971). Les feuilles de ligneux n'appartenant pas à la famille des légumineuses sont les plus riches en manganèse, cobalt et fer, mais ces éléments sont présents en quantités suffisantes dans l'ensemble des fourrages.

Le sodium n'a pas été dosé sur les échantillons prélevés lors des études agropastorales. Toutefois, les teneurs de quelques échantillons prélevés ultérieurement dans le Ferlo, comprises entre 0,1 et 0,2 g/kg/MS, sont insuffisantes (limite de carence 0,6 g/kg/MS) (tableau 1). Elles démontrent toute l'importance des cures salées pratiquées par les éleveurs dans le passé.

Ces moyennes mettent en évidence les principaux risques de carences mais elles masquent, tout au moins pour les plantes herbacées, les variations de composition des fourrages liées à leur stade de développement et à la saison.

A ce titre, le tableau 3 montre que quels que soient la famille et l'élément, sauf peut-être pour le zinc, les besoins d'entretien sont au minimum couverts en saison des pluies. Les apports sont toutefois insuffisants, en particulier pour le phosphore, en regard des performances de saison des pluies permises par la bonne valeur nutritive (énergie, azote) des fourrages et stimulées par le phénomène de croissance compensatrice. Les concentrations en minéraux diminuent au cours de la croissance des plantes par effet de dilution. Lorsque les pailles de graminées constituent l'essentiel des rations, seuls les besoins en magnésium, potassium, manganèse et cobalt sont satisfaits, ceux en calcium ne le sont que pour le cheptel à l'entretien, alors que les risques de carence en phosphore, cuivre et zinc sont importants pour toutes les catégories d'animaux.

Les teneurs en minéraux des pailles de dicotylédones restent plus élevées que celles des graminées, mais elles sont également insuffisantes pour le phosphore et le zinc et on observe une dégradation au cours de la saison sèche probablement liée à la chute des feuilles.

Tableau 3

Composition minérale de quelques fourrages naturels herbacés :
variations en fonction de la famille, de la période et de l'organe

	Famille	GRAMINÉES				LÉGUMINEUSES							RUBIACÉES		
		Annuelles (sols steppiques)		Vivaces (Sols ferrugineux)		<i>Zornia glochidiata</i> (sols steppiques)			<i>Crotalaria podocarpa</i> (Sangalkam : sol hydromorphe fertilisé ?)				<i>Spermacoce stachydea</i>		
	Mois	Sept.	Mai	Oct.	Nov.	Sept.	Nov.	Janv.	Octobre (fructification)				Oct.	Mai	
	État	vert floraison	paille	vert	vert	vert flor. fruct.	paille	paille feuilles tombées	feuilles	gousses	tiges fines	tiges grossières	vert fruct.	paille	
g/kg MS	Calcium Ca	4.6-8.3	1.3-2.8	3.9	2.3	6.9	4.6	4.5	15.9	1.3	5.7	2.1	13	13	
	Phosphore P	1.3-2.9	0.1-0.3	1.2	1.0	1.8	0.7	0.5	4.2	2.8	3.1	1.4	1.7	0.5	
	Magnésium Mg	3.3-6.4	1.5	3.0	1.5-2.0	3.3	1.8	1.9	4.2	1.3	2.7	1.6	6.8	4.4	
	Potassium K	15-36	6	11.2	9-10	22	9	9	13.2	10.0	9.6	8.1	15.1	24	
mg/kg MS	Cuivre Cu	8-17	4.6	7.6	2.7-3.7	8	6	5	Plante entière :				8	22	4
	Zinc Zn	36-83	20	28	18-26	30	28	21					27	39	41
	Manganèse Mn	168-312	159	131	159-180	178	88	149					32	398	593
	Cobalt Co	0.1-0.9	0.5	0.4	0.1	1.4	1.0	1.7					0.2	1.0	1.3

Sous-produits de cultures et fourrages cultivés

Les principaux sous-produits de culture, pailles de céréales et fanes d'arachides, appartiennent aux mêmes familles, graminées et légumineuses, que les fourrages naturels. Les risques essentiels de carence, les différences entre familles, etc., peuvent faire l'objet des mêmes commentaires que précédemment. De plus, on remarque que les pailles de riz cultivé sur les sols alluviaux et salés du delta du Sénégal sont plus riches en zinc, en fer et bien sûr en sodium que les autres pailles.

Inversement, les pailles des autres céréales et les fanes d'arachide ont des teneurs en sodium insuffisantes, alors que les fourrages produits sous irrigation dans la région du Cap-Vert sont bien pourvus en cet élément. Les échantillons de *Brachiaria* analysés (tableau 4) ont d'ailleurs des teneurs en Na excessives qui témoignent d'un sol salé. Des différences apparaissent également au niveau des organes : les feuilles de céréales, consommées en priorité, ont des teneurs en calcium nettement plus élevées que les pailles entières et pourraient couvrir, pour cet élément, des besoins de production (plus de 8 kg de lait ou 500 g de gain quotidien moyen pour les bovins) non atteints en saison sèche du fait de la valeur nutritive des fourrages. De même, les teneurs en cuivre et en zinc des feuilles sont supérieures à celles des pailles entières et l'écart avec la limite de carence est souvent nul ou faible. Les différences entre les teneurs en phosphore des pailles entières et des feuilles sont, par contre, moins nettes et contradictoires, mais il faut noter qu'un seul échantillon de feuille par espèce a été analysé pour chaque espèce ; ceci montre encore une fois que cet élément (P) est uniformément peu abondant dans les fourrages du Sénégal.

Les fanes d'arachide ont les mêmes caractéristiques que les légumineuses spontanées. Les foin de niébé sont nettement plus riches en calcium, phosphore, potassium et zinc mais il s'agit ici de cultures fertilisées à la ferme de Sangalkam et récoltées avant maturité.

Les fanes de haricot et les lianes de patate douce sont citées à titre d'exemple pour rappeler que les sous-produits du maraîchage constituent des aliments de qualité pour l'élevage périurbain : leurs teneurs en calcium et phosphore sont comparables à celles des légumineuses.

Enfin, les cultures fourragères irriguées et fertilisées peuvent avoir des teneurs en minéraux bien supérieures à celles de tous les fourrages évoqués ci-dessus : elles sont d'autant plus élevées que le fourrage est jeune et la fertilisation abondante (Ndiaye, 1982). Le développement de ces cultures, encore limité, se heurte à des problèmes économiques dans la région du Cap-Vert ; il est permis d'espérer qu'elles auront un véritable essor dans la région du fleuve et en Casamance.

Tableau 2
Composition minérale des principales espèces fourragères naturelles échantillonnées au Sénégal

		Fourrages herbacés											Fourrages ligneux								
		Graminées			dt éch. carencés (1)		Légumineuses			Autres dicotylédones			Légumineuses						Autres familles		
													Feuilles			Gousses			Feuilles		
		n	moy.	écart type	en % effectifs	moy.	n	moy.	écart type	n	moy.	écart type	n	moy.	écart type	n	moy.	écart type	n	moy.	écart type
Macro-éléments g/kg MS	Calcium																				
	S	69	3.9	1.9	6	1.5															
	F	77	3.7	1.5	5	1.6															
	Hy	130	3.7	1.5	8	1.6															
	Ha	8	1.9	0.5	62	1.5															
	Ens	284	3.7	1.6	8	1.5	14	9.0	2.4	12	11.6	4.1	26	17	0.8	7	10	81	67	15	11
	Phosphore																				
	S	69	1.0	0.8	91	0.9															
	F	70	1.2	0.9	80	0.8															
	Hy	129	1.5	1.0	71	1.1															
	Ha	8	1.0	0.3	100	1.0															
	Ens	276	1.2	1.0	79	1.0	14	1.6	0.5	12	1.0	0.5	26	2	0.7	7	2	0.9	67	1.0	0.6
	Magnésium																				
	S	64	2.3	1.2	0																
	F	40	2.8	1.2	0																
	Hy	96	2.7	1.0	0																
	Ha	5	2.3	1.2	0																
	Ens	205	2.5	1.1	0		14	3.3	0.8	2	4.1	-	26	3	1.0	7	2	0.8	67	4.0	2.4
	Potassium																				
	S	66	9.3	6.0	6	2.1															
	F	40	17.8	15.7	17	0.5															
	Hy	100	16.7	7.1	0																
	Ha	7	10.7	5.2	0																
	Ens	213	14.6	10.3	5	1.1	14	16.0	4.2	2	23.1	-	26	11	6	7	12	3	67	12.0	0.5
Oligo-éléments mg/kg MS	Cuivre																				
	S	14	4.6	1.3	93	4.3															
	F	18	4.5	2.0	95	4.2															
	Hy	11	7.3		27	5.4															
	Ens	43	5.2		66	4.5				4	3.6	1.4	13	8	2.9	6	6.3	4	30	9.8	
	Zinc																				
	S	14	23.2	8.9	100	23.2															
	F	18	34.6	20.8	66	21.9															
	Hy	11	34.9		82	30.6															
	Ens	43	31.0		80	25.1				4	20.0	13.0	13	22	6.6	6	21.8	6.4	30	29.9	5.6
	Manganèse																				
	S	14	158	75	0	44															
	F	18	145	101	5																
	Hy	11	215		0																
	Ens	43	167		2					3	178	121	13	146	135	6	65	66	30	387	53.8
	Cobalt																				
	S	14	0.7	0.6	0																
	F	14	0.5	0.3	0																
	Hy	4	0.6		20	0.1															
	Ens	32	0.6		7	0.1				3	1.5	0.5	13	0.5	0.4	6	0.3	0.3	30	2.3	3.3
	Fer																				
	S	14	310	122	0																
	F	18	502	270	0																
	Hy	11	532		0																
	Ens	43	443		0					4	253	138	13	629	342	6	445	296	30	1262	809

(1) Teneurs en minéraux inférieures aux limites de carences (tableau 1)

S : sols steppiques (= sol brun rouge steppique et sol brun steppique - PIAS 1964) : zone sahélienne...

F : sols ferrugineux tropicaux : zone soudanienne...

Hy : sols hydromorphes

Ha : sols halomorphes : delta du fleuve Sénégal...

Tableau 4

Composition minérale (moyennes et écarts-types) de sous-produits et résidus agricoles et de fourrages cultivés au Sénégal

	Fourrage	Pailles de céréales						Légumineuses				Liane de patate douce	Fourrages cultivés		
		mil		sorgho		maïs		riz	fanés d'arachide	foins de niébé fertilisé	fanés de haricot		graminées irriguées et fertilisées (2)		fourrage ligneux <i>Leucaena leucocephala</i>
		paille entière	feuille (1)	paille entière	feuille (1)	paille entière	feuille (1)						<i>Panicum maximum</i>	<i>Brachiaria mutica</i>	
	Région	SINE SALOUM						Delta du Sénégal	Bassin arachidier	RÉGION DU CAP-VERT					
g/kg MS	Effectif	11	1	11	1	10	1	14	8	7	1	2	9	9	1
	Calcium Ca	2.7 0.9	7.7 (6.3) (3)	3.2 0.6	5.9	3.4 1.6	6.5	2.8 1.7	10.4 2.4	14.6 1.5	25.5	13.5	3.5 à 6.0	2.1 à 6	2.1
	Phosphore P	1.4 0.5	0.9 (2.2)	0.7 0.4	0.4	0.7 0.4	1.3	1.0 0.7	1.5 0.5	4.5 1.2	1.5	2.7	2.8 à 7.6	2.8 à 4.3	1.8
	Magnésium Mg	4.4 0.9	5.4 (3.8)	2.8 0.5	4.3	2.2 0.5	2.8	2.2 0.5	6.4 1.0	6.8 1.0		8.1	3.5 à 5	1.5 à 3.0	4.7
	Potassium K	23.8 4.8	13.1 (22.5)	11.9 7.7	8.3	14.3 8.8	9.7	18.7 4.6	11.2 2.7	26.7 11.1		9.3	11.9 à 25.4	16 à 29.0	10.6
	Sodium Na	0.20 0.05	0.14	0.18 0.06	0.10	0.63 0.63	2.0	6.00 2.80	0.56 0.52	1.84 1.68		3.60	0.58 à 1.62	6.4 à 10	0.6
mg/kg MS	Cuivre Cu	5.8 1.5	6.1 (22.4)	3.3 0.7	8.7	5.3 2.5	11.2	7.5 3.0	6.4 2.1	5.9 1.1		4.9	6.2 à 25.4	10.1 à 13.6	4.7
	Zinc Zn	23.9 6.3	36.3 (45.5)	16.4 6.3	20.4	15.7 5.5	69	35.0 10.0	32.0 23.3	54.5 17.0		22.2	18.6 à 38.7	35.0 à 50.0	24.7
	Manganèse Mn	102 33	255 (307)	140 69	199	131 126	256	417 118	153 58	93.8 30.5		115	106 à 269	83 à 161	59.2
	Cobalt Co	0.4 0.2	0.3	0.4 0.7	0.3	0.3 0.2	0.7	0.5	0.4 0.2	0.4 0.1		0.4	0.17 à 0.58	0.17 à 0.55	0.6
	Fer Fe	541 119	675	493 255	518	447 184	2955	906 268	654 358	741 225		1100	257 à 648	255 à 493	386

(1) 20 à 40 p. 100 de la matière sèche des pailles

(2) graminées recevant en moyenne 4 mm d'eau par jour (pluie + irrigation) et 75 N - 75 P²O⁵ - 150 K²O par coupe; 6 à 8 coupes par an

(3) feuilles vertes récoltées début octobre

COMPOSITION MINERALE DES FOURRAGES CONSOMMES PAR LES RUMINANTS DOMESTIQUES

Sous-produits agro-industriels

Excepté la mélasse de canne a sucre, les exemples présentés au tableau 5 montrent que l'incorporation de sous-produits domestiques, artisanaux ou de l'agro-industrie tend à corriger le déficit en phosphore des rations. C'est le cas, en particulier, pour les issues de céréales comme les sons de mil qui sont distribués aux vaches en lactation de l'élevage traditionnel. Les teneurs en cuivre des tourteaux d'arachide, mais aussi des drêches de tomate, sont élevées. Le tourteau d'arachide n'est pas utilisé comme seul constituant d'une ration ; en revanche, la drêche de tomate peut représenter une part importante de la ration, d'après les normes issues de la bibliographie (tableau 1), elle pourrait dans ce cas être la cause d'intoxications des moutons par le cuivre.

Ces sous-produits sont, bien sûr, en quantités peu importantes par rapport aux potentialités d'utilisation par l'élevage. Il faut cependant garder à l'esprit qu'au-delà de l'amélioration de la valeur énergétique et azotée des rations, certains d'entre eux, même distribués en petites quantités, ont un effet positif sur la nutrition minérale du cheptel.

Tableau 5
Composition minérale de quelques sous-produits agro-industriels du Sénégal

Macro-Éléments g/kg MS		Tourteau d'arachide	Son de riz	Farine basse de riz	Mélasse de canne à sucre	Drêche de tomate séchée
	Calcium Ca	1.3	0.8	0.5	9.1 - 18.8	7.2 - 13.0
	Phosphore P	5.8	5.1	20.1	0.6	4.1
	Magnésium Mg	3.2	2.5	8.1	0.7	2.5
	Potassium K	15.2	7.1	20.2	55	8.6
Oligo-Éléments mg/kg MS	Cuivre Cu	16.4	5.4	7.8	3.6 - 21.8	13.8
	Zinc Zn	71.0	35.3	49.2	25	32.6
	Manganèse Mn	45.7	185.7	134.0	66.6	47.1
	Cobalt Co	0.5	0.4	0.6	0.5 - 1.1	0.5

Composition et teneur en minéraux du régime des ruminants dans les systèmes de production pastoraux et agropastoraux

La composition botanique et chimique des fourrages effectivement consommés par les ruminants domestiques a été évaluée de 1981 à 1984 par la méthode dite de la "collecte du berger" (Guerin et collab., 1989). Le tableau 6 décrit sommairement les ressources fourragères et les régimes ingérés sur différents parcours du Ferlo et du Sine Saloum. Des données similaires seront prochainement disponibles pour la Casamance (Richard et collab. - travaux en cours).

Les résultats mettent en évidence

- la diversité des régimes en fonction des disponibilités fourragères, elles-mêmes très variables dans le temps (année, saison) et dans l'espace (région, terroir, topographie) ;
- la complémentarité des espèces animales pour l'exploitation des différents types de fourrages, complémentarité d'autant plus grande que la flore est plus riche ;
- l'importance des résidus post-récoltes qui sont nettement préférés aux fourrages naturels ;
- certains facteurs de variation de l'utilisation de telle ou telle famille herbacée ou de la strate ligneuse.

Les échantillons représentatifs du régime ont, en général, une teneur en matières azotées supérieure à celle du tapis herbacé, mais une partie de cet azote, notamment celui de certaines espèces de fourrages ligneux, est peu digestible. Grâce à leur tri alimentaire et à condition que les disponibilités fourragères le permettent, les animaux parviennent ainsi à couvrir des besoins énergétiques et azotés supérieurs à ceux de l'entretien, même en saison sèche (Richard et collab., 1985).

Les écarts entre les teneurs moyennes en minéraux des fourrages herbacés disponibles et des échantillons représentatifs du régime sont surtout remarquables pour le calcium, les animaux ayant tendance à négliger les graminées qui sont pauvres en cet élément. En conséquence, la nutrition calcique du bétail correspond à des niveaux de production rarement atteints du fait des apports insuffisants en énergie et en azote disponible.

Les teneurs en cuivre des régimes des ruminants sont faiblement supérieures à celles des fourrages "moyens" et proches de la limite de carence. Rappelons, toutefois, que les sérums de bovins analysés par Friot et Calvel (1971) avaient des teneurs moyennes en Cu inférieures aux normes habituelles.

En revanche, les animaux ne parviennent pas par leur tri alimentaire à enrichir suffisamment leur régime en zinc et surtout en phosphore dont les carences sont manifestes au Sénégal, tout au moins chez les bovins. Cela tient à la pauvreté uniforme des fourrages en ces éléments.

Conclusion

La complémentation minérale, facteur d'intensification dont l'impact technique et économique est difficile à évaluer.

L'effet positif d'une complémentation minérale sur le comportement pondéral des bovins en saison sèche a été mis en évidence par Calvet et collab. (1976). Les mêmes auteurs (Calvet et collab., 1972) ont montré qu'une ration d'engraissement distribuée à des animaux maigres en provenance du Ferlo est mieux valorisée si sa teneur en phosphore est supérieure aux normes de rationnement habituelles. Ce résultat s'explique par la faiblesse des réserves corporelles en phosphore des animaux exploitant les parcours sénégalais. L'amélioration des performances globales de reproduction des bovins par la complémentation reste à préciser au Sénégal, mais elle est très probable (Read et collab., 1986).

Peu d'essais de complémentation ont été conduits avec les ovins et les caprins au Sénégal mais il ressort de la bibliographie étrangère (Playne 1969, Read et collab., 1986, par exemple...) que les résultats obtenus sur les petits ruminants sont moins nets et parfois contradictoires par rapport à ceux observés sur les bovins. Les ovins et les caprins sont en effet plus aptes, grâce à leur tri alimentaire plus intense, à se constituer une ration non carencée et semblent mieux supporter, en raison de leur cycle de reproduction plus bref, un état d'aphosphorose temporaire.

Le niveau de la complémentation minérale, en phosphore, sodium, zinc, et cuivre principalement, doit donc être fixé en fonction de la qualité des rations de base et du cycle de production des animaux. Dans tous les cas la complémentation est coûteuse du fait, en particulier, des frais de distribution; elle ne peut donc être préconisée qu'après des essais avec des compléments de bonne qualité comme le phosphate bicalcique par exemple. Dans un deuxième temps il est souhaitable de substituer à ce produit manufacturé les phosphates naturels extraits au Sénégal (Thiès, Taïba, Matam). Malheureusement, ceux-ci contiennent du fluor, potentiellement responsable de fluorose (Serres et Bertaudière, 1979) et leur phosphore est peu digestible (phosphate de Thiès-Guègouen, 1961; Fall et collab., 1988). Le choix éventuel de l'un d'eux pour une utilisation à grande échelle devra reposer sur des essais zootechniques montrant la tolérance des animaux au fluor qu'il contient ainsi que son efficacité technique (Fall et collab., 1988).

Tableau 7

Teneurs en calcium, phosphore, zinc et cuivre des régimes des ruminants domestiques exploitant deux parcours naturels et un parcours agropastoral au Sénégal (V, Do 1, Do2, T - cf tableau 6)
Moyenne des résultats d'analyses de 56 échantillons chacun étant issu du mélange de 5 à 10 collectes manuelles reproduisant le régime des animaux

			Saison des pluies			Début saison sèche			Fin saison sèche		
			Bovins	Ovins	Caprins	Bovins	Ovins	Caprins	Bovins	Ovins	Caprins
g/kg MS	Calcium Ca	Vindou *	-	-	-	6	17	19	7	10	14
		Doli 1	6	5	-	7	8	-	5	7	-
		Doli 2	9	8	-	8	9	-	8	9	-
		Thyssé	6	8	8	10	9	5	5	-	9
	Phosphore P	Vindou	-	-	-	0.8	1.3	1.5	1.1	1.5	1.7
		Doli 1	1.0	0.8	-	0.5	0.6	-	0.4	0.7	-
		Doli 2	1.3	1.2	-	0.7	0.8	-	0.9	0.9	-
		Thyssé	2.2	1.6	1.6	0.8	1.1	1.1	0.9	-	1.2
mg/kg MS	Cuivre Cu	Vindou	6	9	9	6	8	10	8	11	9
		Doli 1	9	8	-	6	4	-	5	6	-
		Doli 2	8	8	-	6	6	-	8	7	-
		Thyssé	12	11	10	-	12	11	-	-	9
	Zinc Zn	Vindou	25	29	26	24	24	25	34	34	47
		Doli 1	70	64	-	45	39	-	28	32	-
		Doli 2	31	30	-	30	34	-	42	36	-
		Thyssé	37	30	27	-	28	24	-	-	23

* description des parcours et du régime des animaux : tableau 6



TROUPEAU AU PÂTURAGE DANS LA RÉGION DE DAHRA

Tableau 6

Ressources fourragères et composition du régime des ruminants domestiques en saison sèche sur deux parcours naturels et un parcours agropastoral du Sénégal

Système de production	Domaine pastoral												Domaine agropastoral							
Station-coordonnées (cf carte)	Vindou Tiengoli (16° lat N ; 15° 20' long 0)						Doli (14° 45' lat N ; 15° 09' long 0)						Thyssé Kaymor (13° 45' lat N ; 15° 40' long 0)							
Année d'observation	1982-1983 (V)						1981-1982 (Do 1) 1982-1983 (Do 2)						1983-1984 et 1984-1985 (T)							
Végétation ligneuse	100 sujets par hectare dont 95 p. 100 appartiennent à 8 familles et 11 espèces						300 sujets par hectare dont 95 p. 100 appartiennent à 2 espèces de Combretacées						600 à 2 700 sujets par hectare dont 95 p. 100 appartiennent à une dizaine d'espèces							
Végétation herbacée des parcours																				
– biomasse en début de saison sèche	600 kg MS/ha						2 000 kg MS/ha						1 300 kg MS/ha							
– dont graminées G	89 p. 100						79 p. 100						40 p. 100							
– dont légumineuses L	2 p. 100						10 p. 100						27 p. 100							
– dont autres dicotylédones AD	9 p. 100						11 p. 100						33 p. 100							
Surfaces cultivées :																				
– surface totale en p. 100 du terroir	0						0						0							
– dont céréales													60 p. 100							
– dont arachide													22 p. 100 en 1983 - 42 p. 100 en 1984							
Charge	42 kg de poids vif (PV)/ha						36 kg PV/ha						83 kg PV/ha							
Composition du régime des ruminants en saison sèche (p. 100)	Début saison sèche			Fin saison sèche			Début saison sèche		Fin saison sèche		Début saison sèche		Fin saison sèche		Début saison sèche			Fin saison sèche		
	B *	O *	C *	B	O	C	B	O	B	O	B	O	B	O	B	O	C	B	O	C
	91	42	2	71	39	23	49	14	61	37	24	3	26	4	39	4	1	40	7	3
	+	12	4	2	6	1	21	24	12	8	30	27	27	24	1	1	0	+	1	0
	+	13	17	4	5	1	27	59	23	51	49	67	43	63	11	28	27	11	33	19
– fourrages naturels herbacés																				
• graminées																				
• légumineuses																				
• autres dicotylédones																				
– fourrages ligneux	8 33 77 23 50 75						3 3 4 4 4 3 4 9						23 44 49 26 42 61							
– résidus de récoltes	-						-						-							
• pailles de céréales													13 3 1 22 1 1							
• fanes de légumineuses													13 20 22 1 16 16							

* B = Bovins ; O = Ovins ; C = Caprins

BIBLIOGRAPHIE

- Audru J.** – Étude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le delta du Sénégal. Définition d'une politique de l'élevage. Maisons-Alfort, IEMVT, 1966. 359 p.
- Bille J.C.** – L'écosystème sahélien de Fété-Olé. Essai de bilan au niveau de la production primaire nette annuelle. Paris, ORSTOM, 1973. 66 p.
- Boudergues R., Calvet H.** – Note sur la digestibilité des coques d'arachide utilisées en alimentation animale. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1970, 23 (4) : 493-502.
- Boudet G.** – Pâturages naturels de Haute et Moyenne Casamance. Maisons-Alfort, IEMVT, 1970. 240 p.
- Boudet G.** – Rapport de tournée au Ferlo-Sud. Maisons-Alfort/Dakar, IEMVT, 1967. 52 p.
- Calvet H., Picart P., Dautre M., Chambron J.** – Aphosphorose et botulisme au Sénégal. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1965, 18 (3) : 249-282.
- Calvet H., Friot D., Chambron J.** – Influence des suppléments minéraux sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez les bovins tropicaux. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1972, 25 (3) : 397-408.
- Calvet H., Valenza J., Boudergues R., Diallo S., Friot D., Chambron J.** – La paille de riz dans l'alimentation au Sénégal. 1. Analyses bromatologiques. Digestibilités *in vivo* et *in vitro*, bilan azotés et minéraux. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1974, 27 (2) : 207-221.
- Calvet H., Friot D., Gueye I. S.** – Supplémentations minérales, alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1976, 29 (1) : 59-66.
- Cissé M.** – Carences en minéraux : exploitation des résultats acquis pour l'ébauche d'une cartographie des carences minérales au Sénégal. Mémoire de confirmation ISRA n°75/AL.NUT/LNERV. 189 p.
- Diallo A. K.** – Pâturages naturels du Ferlo-Sud. Maisons-Alfort, IEMVT, 1968. 173 p.
- Diallo S., Pugliese P.L., Calvet H.** – Nutrition des bovins tropicaux dans le cadre des élevages extensifs sahéliens. Mesures de consommation et appréciation de la digestibilité et de la valeur alimentaire des fourrages. II. Note concernant les résultats d'une première série de digestibilité *in vivo* sur mouton. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1976, 29 (3) : 233-246.
- Fall S.T., Diop M., Friot D., Mbaye N.** – Projet d'étude des phosphates naturels dans l'alimentation du bétail. Phase 1. Dakar, LNERV : Dahra, CRZ : Dakar, ISRA, Institut Mondial des Phosphates. 1988. 22 p.
- Fotius G., Valenza J.** – Étude des pâturages naturels du Ferlo-Oriental. Maisons-Alfort, IEMVT, 1966. 180 p.
- Friot D., Calvet H.** – Étude complémentaire sur les carences minérales rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1971, 24 (3) : 393-407.
- Gillet H., Germain R.** – Rapport au gouvernement du Sénégal sur une mission agrostologique au parc national de Kiokolo-Koba. Rome, FAO, 1971. 85 p.
- Gueguen L.** – Valeur comparée des phosphates minéraux comme sources de phosphore pour les animaux. Ann. Zootechn., 1961, 10 (3) : 177-196.
- Guerin H.** – Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens et soudano-sahéliens : étude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal. Thèse Doct. Ing. ENSA Montpellier, 1987 : 211 p.
- Guerin H., Friot D., Mbaye N., Richard D.** – Le régime alimentaire des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) sur les pâturages naturels sahéliens et soudano-sahéliens. II. Essai de détermination par l'étude du comportement alimentaire. Facteurs de variation de la composition du régime et conséquences nutritionnelles. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1989 (en cours de publication).
- INRA** – Principes de la nutrition et de l'alimentation des ruminants. Besoins alimentaires des animaux. Valeur nutritive des aliments. Versailles, INRA. Publication Actualités scientifiques et agronomiques, 1978. 596 p.
- Koné A.R.** – Valeur nutritive des ligneux fourragers des zones sahélienne et soudanienne d'Afrique occidentale – Recherche d'une méthode simple d'estimation de la digestibilité et de la valeur azotée. Thèse 3^e cycle. Université Pierre et Marie Curie. Paris VI, 1987. 150 p.

- Mosnier M.** – Les pâturages naturels de la région de Gallayel.
Maisons-Alfort, IEMVT, 1967. 137 p.
- Ndiaye C.** – Étude d'une graminée fourragère irriguée et fertilisée dans la région du Cap-Vert (Sénégal) : productivité et valeur alimentaire du *Panicum maximum*.
Dijon, ENSSAA, mémoire de fin d'études. 1982. 71 p.
- Pélissier P.** – Agriculture. In : Atlas du Sénégal.
Paris, Ed. Jeunes Afrique, 1980 : 30-35
- Pias J.** – Cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000 (feuilles d'Abéché, Biltine, Oum Hadjer) notice explicative.
ORSTOM. Fort-Lamy (Tchad) 1964. 103 p.
- Read M.V.P., Engels E.A.N., Smith W.A.** – Phosphorus and the grazing ruminant.
1. The effect of supplementary P on sheep at Armoedsvlakte.
S. Afr. J. Anim. Sci., 1986, 16 (1) : 1-6.
- Read M.V.P., Engels E.A.N., Smith W.A.** – Phosphorus and the grazing ruminant.
2. The effects of supplementary P on cattle at Glen and Armoedsvlakte.
S. Afr. J. Anim. Sci., 1986, 16 (1) : 7-12.
- Richard D.** – Valeur alimentaire de quatre graminées fourragères en zone tropicale.
Thèse 3^e cycle. Université PARIS VI. 1987. 314 p.
- Richard D., Guerin H., Mbaye N., Friot D., Juarez A., Fall S.T.** – La composition chimique des régimes des ruminants sur pâturages sahéliens.
36^e réunion annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, Kallithea (GRC), 30 septembre - 10 octobre 1985. Vol. 1 : 298-299 (résumé).
- Rivière R.** – Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Manuels et précis d'élevage n° 9. Paris, Ministère de la Coopération. 1978, 2^e éd. 527 p.
- Serres H., Bertaudière L.** – Essais de distributions discontinues de phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux.
Revue Elev. Méd. vét. Pays trop., 1979, 32 (4) : 391-399.
- Underwood C.J.** – The mineral nutrition of livestock. Farnham Royal. C.A.B. 1981. 2^e ed. 180 P.
- Valenza J., Calvet H., Boudergues R., Hanon R.** – Étude de la valeur biologique de rations alimentaires pour bovins à base de fanes d'arachide.
Communication présentée au Colloque sur l'Élevage, organisé par l'OCAM.
Fort-Lamy, décembre 1969 : 430-435.
- Valenza J., Diallo A.K.** – Étude des pâturages naturels du Nord-Sénégal.
Maisons-Alfort, IEMVT, 1972. 211 p.